

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-220776

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)9月4日

F 16 J 15/40

A-7369-3J

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全7頁)

⑮ 発明の名称 磁性流体シール装置

⑯ 特 願 昭63-42874

⑰ 出 願 昭63(1988)2月25日

⑱ 発 明 者 木 場 昭 彦 福島県福島市永井川字統堀8番地 エヌオーケー株式会社  
内⑲ 発 明 者 堀 直 樹 神奈川県藤沢市辻堂新町4-3-1 エヌオーケー株式会  
社内⑲ 発 明 者 菅 野 隆 夫 神奈川県藤沢市辻堂新町4-3-1 エヌオーケー株式会  
社内

⑳ 出 願 人 エヌオーケー株式会社 東京都港区芝大門1丁目12番15号

㉑ 代 理 人 弁理士 世良 和信 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

磁性流体シール装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 軸方向に磁化された環状永久磁石と、前記環状磁石の両側に配置され、シールすべき軸に微小間隙を介して対向する一対の磁極片とからなり、スペーサを介して互いに隣接して配置された複数の磁性流体シール装置であって、最も外側の磁極片と軸との間に酸化鉄磁性流体を配置し、内側の磁極片と軸との間に金属磁性流体を配置するとともに、酸化鉄磁性流体によって密封された空間に不活性ガスを封入したことを特徴とする磁性流体シール装置。

(2) 前記不活性ガスは、窒素ガスであることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の磁性流体シール装置。

(3) 軸方向に磁化された環状永久磁石と、前記環状磁石の両側に配置され、シールすべき軸

に微小間隙を介して対向する一対の磁極片とからなり、磁極片と回転軸との間に金属磁性流体と該金属磁性流体と不溶の低粘度で低蒸発率の酸化鉄磁性流体を注入した磁性流体シール装置。

(4) 軸方向に磁化された環状永久磁石の両端に接して内周面側に少なくとも1つのテーパ面を有する環状磁極片を設け、該テーパ面の先端部と微小間隙を介して前記環状磁極片の内周に軸を貫通させ、該微小間隙及びその近傍に、強磁性金属微粒子を溶媒中に分散させてなる金属磁性流体と、フェリ磁性酸化物微粒子を前記金属磁性流体の溶媒と同一又は相溶性のある溶媒中に分散させてなる酸化物磁性流体を介在させてなる磁性流体シール装置。

(5) 環状永久磁石と、その両端に接する環状磁極片と微小間隙に介在する金属磁性流体と、酸化物磁性流体とから構成される単一の磁性流体シールユニットを軸の長手方向に複数個配列してなる多段構造の磁性流体シール装置。

(d) 軸方向に磁化された環状永久磁石の両端に接して内周面側に少なくとも1つのテーパ面を有する環状磁極片を設け、該テーパ面の先端部と微小間隙を介して前記環状磁極片の内周に軸を貫通させ、該微小間隙に強磁性金属微粒子を溶媒中に分散させてなる金属磁性流体を介在させると共に、該金属磁性流体の両外側に、フェリ磁性酸化物微粒子を前記金属磁性流体の溶媒と不溶な溶媒中に分散させてなる酸化物磁性流体を介在させてなる磁性流体シール装置。

(e) 環状永久磁石と、その両端に接する前記環状磁極片と、微小間隙に介在する金属磁性流体とその両外側に介在する酸化物磁性流体とから構成される単一の磁性流体シールユニットを軸の長手方向に複数個配列してなる多段構造の磁性流体シール装置。

(f) 前記金属磁性流体の溶媒に、前記酸化物磁性流体の溶媒と比べて低粘度な溶媒を用いてなる特許請求の範囲第6項又は第7項記載の

04により、磁極片102及び可動軸103との間に磁気回路が形成され、磁極片102と可動軸103との間に磁気吸引力が生じる。磁極片102と可動軸103との間の磁気吸引力によって酸化物磁性流体105が微小隙間部107に配置される。酸化物磁性流体105の注入作業は、磁極片102と磁石104とをハウジング101に組み付けた後に行なわれるようになっている。

一方、他の従来例として、第11図に示すように磁石104と1対の磁極片102からなる単一の磁性流体シール装置100をシールの耐圧性を上げるためにスペーサ109を介して複数個並べて配置した磁性流体シール装置110がある。

さらに他の従来例として第12図に高耐圧な磁性流体シール装置120を示す。これは、軸方向に磁化された環状永久磁石122の両側に接して、環状の磁極片123を設けると共に、これらを円筒状ハウジング131で固定する。この環状磁極片123の内周面側には、環状磁極片123内を流れる磁束を絞って、高磁場を発生させるために、

磁性流体シール装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は、磁性流体（強磁性体またはフェリ磁性体の微粒子を油類等の溶媒中に分散させたコロイド）を用いて、各種流体（主として気体）をシールする磁性流体シール装置に関し、特に、真空・ガス等の比較的高い圧力を有する流体をシールする高耐圧な磁性流体シール装置に関する。

#### (従来の技術)

従来、上記磁性流体シール装置としては、例えば、第10図に示すような磁性流体シール装置100があった。磁性流体シール装置100は、ハウジング101の内側に配置され、環状の1対の磁極片102がハウジング101内に固定されている。環状の1対の磁極片102の内端部は可動軸103と微小間隙を有して隣接している。1対の磁極片102の間には、103及び磁極片102との間に磁気回路を形成する磁石104が配置されている。このような配置によって磁石1

テーパ面124が形成され、該、テーパ面124の先端部125と微小間隙126を介して環状磁極片123の内周に可動軸121が貫通する。また、微小間隙126及びその近傍に酸化物磁性流体128（マグネタイトやマンガンジंकフェライト等のフェリ磁性を呈する酸化物微粒子を油類等の溶媒中に分散させた磁性流体）を介在させる。そして、上記した環状永久磁石122とその両端に接する環状磁極片123及び微小間隙126に介在する酸化物磁性流体128とから構成される単一の磁性流体シールユニット129を軸121の長手方向にスペーサ130を介して複数個配列することによって高耐圧化をはかっている。

#### (発明が解決しようとする課題)

しかしながら斯かる従来技術の各磁性流体シール装置100、110、120によれば、以下の如き問題点を有していた。即ち、従来の磁性流体シール装置100、110、120が用いている酸化物磁性流体105、128は酸化物微粒子自体の飽和磁化が5000～6000G程度と小さいため、

磁性流体としての飽和磁化が最高でも400～500 G程度にしかならない。そのため、環状永久磁石2に希土類磁石等の強磁力なものを用いても、単一の磁性流体シールユニット129の耐圧は0.9～1.0気圧程度にしかならず、それ故、真空や1気圧以上のガスをシールする場合には、前記したように単一の磁性流体シールユニット129を軸121の長手方向に複数個配列することによって高耐圧化をはかる必要があった。従って、高耐圧用磁性流体シール装置120は長尺な型となり、ユーザーのコンパクト化要求に答えることができなかった。また、シール耐圧を高めるために、酸化物磁性流体128の飽和磁化を大きく、即ち、酸化物磁性微粒子の分散濃度を高くしているため、酸化物磁性流体128が高粘度であった。従って、軸121の回転時の損失トルクが大きいと共に粘性発熱によって酸化物磁性流体128の温度が上昇して溶媒の蒸発が著しくなり、シール寿命が短かいという問題があった。

近年、上記した酸化物磁性流体128の欠点を

であって、最も外側の磁極片と軸との間に酸化鉄磁性流体を配置し、内側の磁極片と軸との間に金属磁性流体を配置するとともに、酸化鉄磁性流体によって密封された空間に不活性ガスを封入した。さらに他の発明によれば軸方向に磁化された環状永久磁石と、前記環状磁石の両側に配置されシールすべき軸に微小間隙を介して対向する一対の磁極片とからなり、磁極片と回転軸との間に金属磁性流体と該金属磁性流体と不溶の低粘度で低蒸発率の酸化物磁性流体を注入した。

#### (作用)

而して本発明の磁性流体シール装置によれば金属磁性流体は、その両外側に介在する耐酸化性に優れる酸化物磁性流体によって覆われ直接外気と接触することがなく酸化が防止される。従って、酸化物磁性流体と比べて2倍以上の大きな飽和磁化を有する金属磁性流体を磁性流体シールに用いることができ、単一の磁性流体シールユニットで2～4気圧のシール耐圧が得られる。

ここで、金属磁性流体は、酸化物磁性流体と比

解消すべく、酸化物磁性体に比べて著しく大きな飽和磁化を有する鉄、コバルト、ニッケル及びこれらの合金などの強磁性金属（飽和磁化6000～22000 G程度）の微粒子を溶媒中に分散させた金属磁性流体が開発された（磁性流体としての飽和磁化1000～2000 G程度）。しかしながら、金属磁性流体は金属微粒子が非常に酸化しやすく、酸化によって飽和磁化が著しく低下するため、磁性流体シールに用いることができないという問題があった。

本発明は上記諸問題に鑑みなされたもので、その目的とするところは、高耐圧、低トルクであって長寿命でコンパクトな磁性流体シール装置を提供することにある。

#### (課題を解決するための手段)

上記目的を有する本発明は、軸方向に磁化された環状永久磁石と、前記環状磁石の両側に配置され、シールすべき軸に微小間隙を介して対向する一対の磁極片とからなり、スペーサを介して互いに隣接して配置された複数の磁性流体シール装置

べて飽和磁化が大きいため、高磁場側である微小間隙及びその近傍に確実に保持され、さらに金属磁性流体と酸化物磁性流体は互いに不溶な溶媒を用いているので混じり合うことは無い。さらに金属磁性流体は直接大気と接していないので溶媒の蒸発がほとんど無い。そのため、蒸発しやすいが低粘度な溶媒を用いることができ、低トルク化がはかれる。

#### (実施例)

以下本発明を図示の実施例に基づいて説明する。本実施例によれば磁性流体シール装置全体を1で表わす。磁性流体シール装置1は軸方向に磁化された環状永久磁石2を有し、環状永久磁石2の両側に配置され、シールすべき軸5に微小間隙を介して対向する一対の磁極片3を有する。さらにスペーサ4を介して互いに隣接した複数の磁性流体シール装置が配置されている。最も外側の磁極片3と軸5との間に酸化鉄磁性流体6が配置され内側の磁極片3と軸5との間に金属磁性流体7を配置するとともに、酸化鉄磁性流体によって密封さ

れた空間に例えば窒素ガス等の不活性ガス8を封入した。

このような構成により、従来の酸化鉄磁性流体のみを用いた場合よりもシール耐圧が向上する。それと同時に、金属磁性流体7が直接空気に触れないため酸化されにくくなる。

次に第2図に本発明の磁性流体シール装置1の第2実施例を示す。本実施例においては、磁性流体のシール部、すなわち磁極片3と軸5、又は磁極片3とハウジング9のすき間部に、互いに溶け合わない高飽和磁化磁性流体10と低飽和磁化磁性流体11を注入する。この時、高飽和磁化磁性流体10は低飽和磁化磁性流体11より磁氣的吸着力が強い為、シール部において磁束密度の高い中央部に引き寄せられ、低飽和磁化磁性流体11は、高飽和磁化磁性流体10の回りを包み込むように配置され、この結果高飽和磁化磁性流体10は、大気に直接触れることがないので酸化しない。尚、高飽和磁化磁性流体10は従来の酸化鉄磁性流体か又は、金属磁性流体（鉄、コバルト、ニッ

ケル或はこれらの合金）のいずれでも構わない。

第3図は、スペーサ4を用いて複数の磁性流体シール装置を形成した例であり、高飽和磁化磁性流体10として金属磁性流体を使用した例である。

次に、第4図に本発明の第4実施例を示す。本実施例では、環状永久磁石12と、その両端に接して内周面側にテーパ面14を1つ有する環状磁極片13を設けると共に該テーパ面14の先端部15と微小間隙16を介して環状磁極片13の内周に回転軸11を貫通させることによって単一の磁性流体シールユニット19の磁気回路を構成している。そして、夫々同一又は相溶性のある溶媒を有する金属磁性流体17と酸化物磁性流体18を別々に、または両磁性流体の混合物を環状磁極片13と軸11aの間隙に注入した結果、高磁場側である微小間隙16及びその近傍に飽和磁化が大きな金属磁性流体17が、さらに、その両外側に金属磁性流体17より飽和磁化が小さな酸化物磁性流体18が介在する。これによって金属磁性流体17は、耐酸化性に優れている酸化物磁性流

体18によって覆われ、直接、外気と接触することがない。従って、アイコシルナフタレンベースコバルト磁性流体17は酸化することが無い為、磁性流体シールに用いることができ、その飽和磁化がアイコシルナフタレンベースマグネタイト磁性流体18の約2倍～4倍大きいので、単一の磁性流体シールユニット19で最大2～4気圧程度のシール耐圧が得られる。よって従来の高耐圧な磁性流体シール装置では2～4気圧のシール耐圧を得るために単一の磁性流体シールユニット19を軸11aの長手方向に3～4個配列する必要があったのに比べ、本発明の磁性流体シール装置は単一の磁性流体シールユニット191個で同じシール耐圧が得られ、極めてコンパクトとなる。

第5図に本発明の第5実施例を示す。この実施例は、環状磁極片13の内周面側に、両側面から中心に向う2つのテーパ面14を設けたものであり、それ以外は第4実施例とまったく同一の構成である。このように2つのテーパ面14を設けることによって、磁場勾配が左右均等となるため、

金属磁性流体17及び酸化物磁性流体18の付着が左右均等となって、金属磁性流体17の両外側を均等に酸化物磁性流体18が覆うため、金属磁性流体の酸化及び蒸発がより確実に防止される。

第6図に本発明の第6実施例を示す。この実施例は、第4図実施例と同一構造の単一の磁性流体シールユニット19を軸長手方向に複数個（第6図では3個の例を示す）配列したものである。これによって従来の高耐圧な磁性流体シール（第5図）に比べて同じスペースで約2～4倍のシール耐圧が得られるため、従来はスペースの制約上不可能であったより高い圧力を持った流体のシールが可能となる。

第7図に本発明の第7実施例を示す。本実施例では、環状永久磁石22と、その両端に接し内周面側にテーパ面24を1つ有する環状磁極片23を設けると共に該テーパ面24の先端部25と微小間隙26を介して環状磁極片23の内周に回転軸21を貫通させることによって単一の磁性流体シールユニット29の磁気回路を構成している。

そして、高磁場側である微小間隙26及びその近傍に飽和磁化が大きな金属磁性流体27を介在させ、さらに、その両外側に金属磁性流体27より飽和磁化が小さな酸化物磁性流体28を介在させている。これによって金属磁性流体27は、耐酸化性に優れている酸化物磁性流体28によって覆われ、直接、外気と接触することがない。従って、金属磁性流体27は酸化することが無いため、磁性流体シールに用いることができ、その飽和磁化が酸化物磁性流体28の約2倍～4倍大きいので単一の磁性流体シールユニット29で最大2～4気圧程度のシール耐圧が得られる。よって従来技術の高耐圧な磁性流体シール装置では2～4気圧のシール耐圧を得るために単一の磁性流体シールユニット29を軸21の長手方向に3～4個配列する必要があったのに比べ、本発明の磁性流体シール装置は単一の磁性流体シールユニット291個で同じシール耐圧が得られ、極めてコンパクトとなる。

また、金属磁性流体17は直接外気と接触しな

粘度であり、比較的高粘度な酸化物磁性流体28は少量なので粘性発熱が少なくシール寿命が長い。

ここで、金属磁性流体27は酸化物磁性流体28と比べて飽和磁化が大きいため、高磁場側である微小間隙26及びその近傍に確実に保持され、さらに金属磁性流体27と酸化物磁性流体28は互いに不溶な溶媒を用いているため混り合うことは無い。従って金属磁性流体27が酸化物磁性流体28の外側即ち外気と直接触れる部分に出てくることは無い。互いに不溶な溶媒としては、種々の組合せが考えられるが、本実施例では、金属磁性流体27の溶媒として低粘度な有機溶媒であるトルエンを用い、酸化物磁性流体28の溶媒として低蒸気圧なフッ素油であるパーフルオロエーテルを用いている。しかし、この組合せはこれに限定されるものではなく、互に不溶で、金属磁性流体27の溶媒は溶存酸素が少なく低粘度であり、酸化物磁性流体28の溶媒は低蒸気圧であれば良い。

第8図に本発明の第8実施例を示す。本実施例では、環状磁極片23の内周面側に、両側面から

いので、溶媒の蒸発がほとんど無い。そのため、これまで、シール用磁性流体の溶媒としては不適であった比較的蒸発しやすい溶媒を用いることが可能となる。蒸発しやすい溶媒即ち高蒸気圧溶媒例えばトルエン、ヘキサン、ケロシン、鉱油などは、従来シール用磁性流体の溶媒として用いられてきた低蒸気圧溶媒例えばアルキルナフタレン、ジエステル、トリエステル、パーフルオロエーテルなどと比べて極めて低粘度であるため、この高蒸気圧（低粘度）溶媒を用いた金属磁性流体27も従来のシール用酸化物磁性流体28と比べて極めて低粘度となる。従って、軸21の回転時における損失トルクが、従来の磁性流体シール装置に対して同じ単一の磁性流体シールユニット291個と比較しても、かなり小さくなり、同じシール耐圧を有する磁性流体シール装置と比較すると本発明の磁性流体シール装置は単一の磁性流体シールユニット29の個数が少ないことと1個当りの損失トルクが小さいことが相まって、損失トルクが格段に小さくなる。また、金属磁性流体27は低

中心に向う2つのテーパ面24を設けたものであり、それ以外は第7実施例とまったく同一の構成である。このように2つのテーパ面24を設けることによって、磁場勾配が左右均等となるため、金属磁性流体27及び酸化物磁性流体28の付着が左右均等となって、金属磁性流体27の両外側を均等に酸化物磁性流体28が覆うため、金属磁性流体の酸化及び蒸発がより確実に防止される。

第9図に本発明の第9実施例を示す。本実施例では第7図の第7実施例と同一構造の単一の磁性流体シールユニット29を軸長手方向に複数個（第9図では3個の例を示す）配列したものである。これによって従来の高耐圧な磁性流体シール（第7図）に比べて同じスペースで約2～4倍のシール耐圧が得られるため、従来はスペースの制約上不可能であったより高い圧力を持った流体のシールが可能となる。

（発明の効果）

本発明の磁性流体シール装置は以上説明したように、微小間隙及びその近傍に金属磁性流体を介

在させると共にその両外側に金属磁性流体の溶媒と相溶性のあるあるいは、不溶な溶媒を用いた酸化物磁性流体を介在させ構成とした。そのため、金属磁性流体の酸化が防止され、金属磁性流体の大きな飽和磁化によって、従来の高耐圧な磁性流体シール装置に比べて、同一スペースで大きなシール耐圧が得られ、同一シール耐圧を得るためのシールスペースがコンパクトになる。また、金属磁性流体の溶媒に、酸化物磁性流体の溶媒と比べて低粘度な溶媒を用いたのでその結果、軸の回転時における損失トルクを小さくすることができ、シール寿命を長期化し得る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の磁性流体シール装置の第1実施例の縦断面図、第2図は本発明の磁性流体シール装置の第2実施例の縦断面図、第3図は本発明の磁性流体シール装置の第3実施例の縦断面図、第4図は本発明の磁性流体シール装置の第4実施例の縦断面図、第5図は本発明の磁性流体シール装置の第5実施例の縦断面図、第6図は本発明の

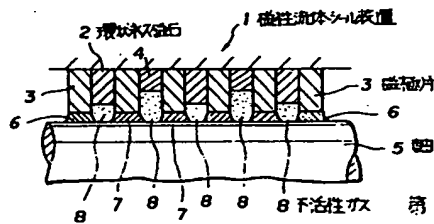
磁性流体シール装置の第6実施例の縦断面図、第7図は本発明の磁性流体シール装置の第7実施例の縦断面図、第8図は本発明の磁性流体シール装置の第8実施例の縦断面図、第9図は本発明の磁性流体シール装置の第9実施例の縦断面図、第10図、第11図、第12図は従来技術の磁性流体シール装置の縦断面図である。

#### 符号の説明

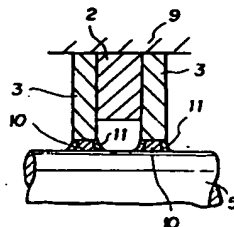
- 1…磁性流体シール装置
- 2…環状永久磁石
- 3…磁極片
- 4…スペース
- 5…軸
- 7…金属磁性流体
- 8…不活性ガス
- 9…ハウジング
- 10…高飽和磁化磁性流体
- 11…低飽和磁化磁性流体
- 29…磁性流体シールユニット

実用新案登録出願人 エヌオーケー株式会社  
代理人 弁理士 世 良 和 信  
代理人 弁理士 奥 田 規 之

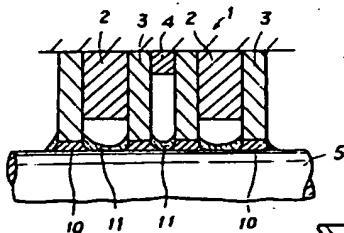
第1図



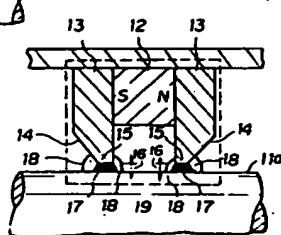
第2図



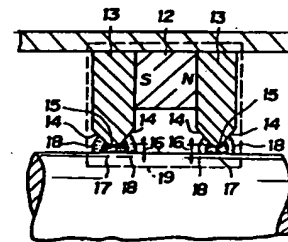
第3図



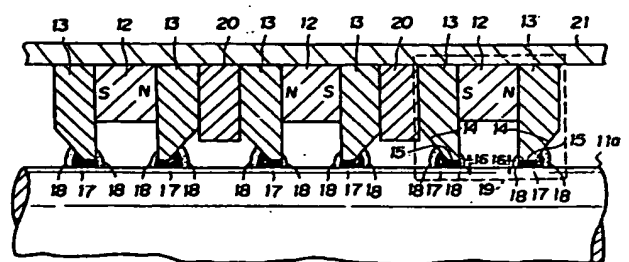
第4図



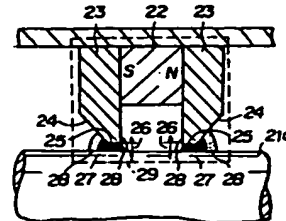
第5図



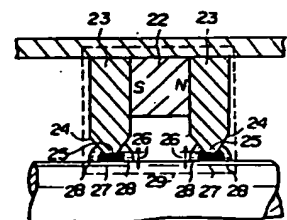
第6図



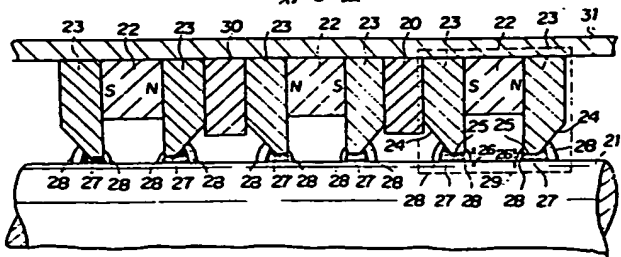
第7図



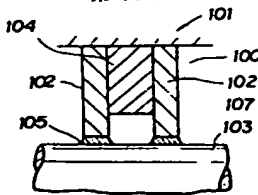
第8図



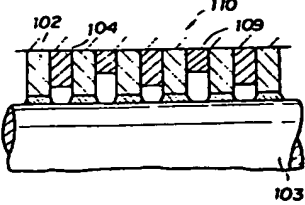
第 9 圖



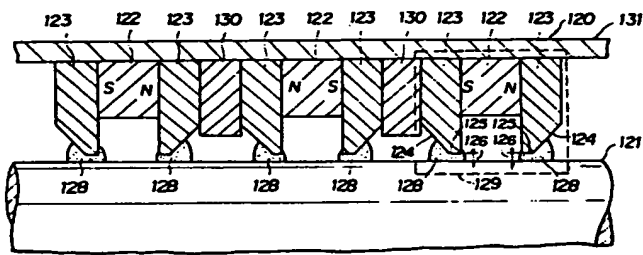
第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖



PAT-NO: JP401220776A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01220776 A  
TITLE: MAGNETIC FLUID SEALING DEVICE  
PUBN-DATE: September 4, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KOBA, AKIHIKO

HORI, NAOKI

SUGANO, TAKAO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NOK CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP63042874

APPL-DATE: February 25, 1988

INT-CL (IPC): F16J015/40

US-CL-CURRENT: 277/378, 277/410

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain high pressure resistance and low torque by providing an iron oxide magnetic fluid between the outermost pole piece and a shaft, and providing a metallic magnetic fluid between the innermost pole piece and the shaft.

CONSTITUTION: A magnetic fluid sealing device 1 is provided with each ring-shaped permanent magnet 2 which is magnetized in axial direction, and a pair of pole pieces 3 which are positioned on the both sides of the ring-shaped permanent magnet 2 and opposite to the sealed shaft 5 with a little clearance.



An iron oxide fluid magnet 6 is provided between the outermost pole piece 3 and the shaft 5, and a metallic magnetic fluid 7 is provided between the innermost pole piece 3 and the shaft 5. A space sealed by the iron oxide magnetic fluid 6 is filled with inactive gas 8. Thus, sealing pressure resistance is improved and the oxidation of the metallic magnetic fluid 7 is prevented because it is not directly exposed to the air.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio